

МИНИСТЕРСТВО НАУКИ И ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ  
ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ АВТОНОМНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ОБРАЗОВАНИЯ  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ**

Утверждено на заседании

Ученого совета ИАТЭ НИЯУ МИФИ

Протокол от 28.08.2023 № 23.8

**ФОНД ОЦЕНОЧНЫХ СРЕДСТВ**

**по дисциплине**

**Материаловедение и технология конструкционных материалов**

---

*название дисциплины*

для студентов направления подготовки

**14.03.02 Ядерные физика и технологии**

---

*код и название направления подготовки*

образовательная программа

**Инновационные ядерные технологии**

---

Форма обучения: очная

**г. Обнинск 2024 г.**

## **Область применения**

Фонд оценочных средств (ФОС) – является обязательным приложением к рабочей программе дисциплины «Материаловедение и технология конструкционных материалов» и обеспечивает проверку освоения планируемых результатов обучения (компетенций и их индикаторов) посредством мероприятий текущей и промежуточной аттестации по дисциплине.

## **Цели и задачи фонда оценочных средств**

Целью Фонда оценочных средств является установление соответствия уровня подготовки обучающихся требованиям федерального государственного образовательного стандарта.

Для достижения поставленной цели Фондом оценочных средств по дисциплине «Материаловедение и технология конструкционных материалов» решаются следующие задачи:

- контроль и управление процессом приобретения обучающимися знаний, умений и навыков, предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- контроль и оценка степени освоения компетенций, предусмотренных в рамках данной дисциплины;
- обеспечение соответствия результатов обучения задачам будущей профессиональной деятельности через совершенствование традиционных и внедрение инновационных методов обучения в образовательный процесс в рамках данной дисциплины.

# 1. Перечень планируемых результатов обучения по дисциплине, соотнесенных с планируемыми результатами освоения образовательной программы

## 1.1. В результате освоения ОП бакалавриата обучающийся должен овладеть следующими результатами обучения по дисциплине:

Код компетенций	Наименование компетенции	Код и наименование индикатора достижения компетенции
ПК-3	Способен проводить физические эксперименты по заданной методике, составлять описания проводимых исследований, отчетов, анализу результатов и подготовке научных публикаций	З-ПК-3 Знать: основные физические законы и методы обработки данных У-ПК-3 Уметь: работать по заданной методике, составлять описания проводимых исследований и отчеты, подготавливать материалы для научных публикаций В-ПК-3 Владеть: навыками проведения физических экспериментов по заданной методике, основами компьютерных и информационных технологий, научной терминологией

## 1.2. Этапы формирования компетенций в процессе освоения ОП бакалавриата

Компоненты компетенций, как правило, формируются при изучении нескольких дисциплин, а также в немалой степени в процессе прохождения практик, НИР и во время самостоятельной работы обучающегося. Выполнение и защита ВКР являются видом учебной деятельности, который завершает процесс формирования компетенций.

Этапы формирования компетенции в процессе освоения дисциплины:

- **начальный** этап – на этом этапе формируются знаниевые и инструментальные основы компетенции, осваиваются основные категории, формируются базовые умения. Студент воспроизводит термины, факты, методы, понятия, принципы и правила; решает учебные задачи по образцу;
- **основной** этап – знания, умения, навыки, обеспечивающие формирование компетенции, значительно возрастают, но еще не достигают итоговых значений. На этом этапе студент осваивает аналитические действия с предметными знаниями по дисциплине, способен самостоятельно решать учебные задачи, внося коррективы в алгоритм действий, осуществляя коррекцию в ходе работы, переносит знания и умения на новые условия;
- **завершающий** этап – на этом этапе студент достигает итоговых показателей по заявленной компетенции, то есть осваивает весь необходимый объем знаний, овладевает всеми умениями и навыками в сфере заявленной компетенции. Он способен использовать эти знания, умения, навыки при решении задач повышенной сложности и в нестандартных условиях.

Этапы формирования компетенций в ходе освоения дисциплины отражаются в тематическом плане (см. РПД).

## 1.3. Связь между формируемыми компетенциями и формами контроля их освоения

№ п/п	Контролируемые разделы (темы) дисциплины	Индикатор достижения компетенции	Наименование оценочного средства текущей и промежуточной аттестации
<b>Текущая аттестация, 5 семестр</b>			
1.	Идеальные и реальные кристаллы	З-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК3	Кл 1
2.	Основы теории сплавов		
3.	Основные требования к материалам ядерных реакторов		

4.	Влияние облучения на свойства материалов		
5.	Конструкционные материалы активной зоны реактора	З-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК3	Кл 2
6.	Ядерные топливные материалы		
7.	Теплоносители и замедлители		
8.	Поглощающие материалы		
<b>Промежуточная аттестация, 5 семестр</b>			
	Зачет	З-ПК-3; У-ПК-3; В-ПК3	Вопросы к зачету

## 2. Описание показателей и критериев оценивания компетенций на различных этапах их формирования, описание шкал оценивания

Конечными результатами освоения программы дисциплины являются сформированные когнитивные дескрипторы «знать», «уметь», «владеть», расписанные по отдельным компетенциям, которые приведены в п.1.1. Формирование этих дескрипторов происходит в процессе изучения дисциплины по этапам в рамках различного вида учебных занятий и самостоятельной работы.

Выделяются три уровня сформированности компетенций на каждом этапе: пороговый, продвинутый и высокий.

Уровни	Содержательное описание уровня	Основные признаки выделения уровня	БРС, % освоения	ECTS/Пятибалльная шкала для оценки экзамена/зачета
<b>Высокий</b> <i>Все виды компетенций сформированы на высоком уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Творческая деятельность	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент демонстрирует свободное обладание компетенциями, способен применить их в нестандартных ситуациях: показывает умение самостоятельно принимать решение, решать проблему/задачу теоретического или прикладного характера на основе изученных методов, приемов, технологий	90-100	A/ Отлично/ Зачтено
<b>Продвинутый</b> <i>Все виды компетенций сформированы на продвинутом уровне в соответствии с целями и задачами дисциплины</i>	Применение знаний и умений в более широких контекстах учебной и профессиональной деятельности, нежели по образцу, большей долей самостоятельности и инициативы	<i>Включает нижестоящий уровень.</i> Студент может доказать владение компетенциями: демонстрирует способность собирать, систематизировать, анализировать и грамотно использовать информацию из самостоятельно найденных теоретических источников и иллюстрировать ими теоретические положения или обосновывать практику применения.	85-89	B/ Очень хорошо/ Зачтено
			75-84	C/ Хорошо/ Зачтено
<b>Пороговый</b> <i>Все виды компетенций сформированы на пороговом уровне</i>	Репродуктивная деятельность	Студент демонстрирует владение компетенциями в стандартных ситуациях: излагает в пределах задач курса теоретически и практически контролируемый материал.	65-74	D/Удовлетворительно/ Зачтено
			60-64	E/Посредственно /Зачтено
<b>Ниже порогового</b>	Отсутствие признаков порогового уровня: компетенции не сформированы. Студент не в состоянии продемонстрировать обладание компетенциями в стандартных ситуациях.		0-59	Неудовлетворительно/ Зачтено

Оценивание результатов обучения студентов по дисциплине осуществляется по регламенту текущего контроля и промежуточной аттестации.

Критерии оценивания компетенций на каждом этапе изучения дисциплины для каждого вида оценочного средства и приводятся в п. 4 ФОС. Итоговый уровень сформированности компетенции при изучении дисциплины определяется по таблице. При этом следует понимать, что граница между уровнями для конкретных результатов освоения образовательной программы может смещаться.

Уровень сформированности компетенции	Текущий контроль	Промежуточная аттестация
высокий	<b>высокий</b>	<b>высокий</b>
	<i>продвинутый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>продвинутый</i>
продвинутый	<i>пороговый</i>	<i>высокий</i>
	<i>высокий</i>	<i>пороговый</i>
	<b>продвинутый</b>	<b>продвинутый</b>
	<i>продвинутый</i>	<i>пороговый</i>
	<i>пороговый</i>	<i>продвинутый</i>
пороговый	<b>пороговый</b>	<b>пороговый</b>
ниже порогового	<b>пороговый</b>	<b>ниже порогового</b>
	<b>ниже порогового</b>	-

### 3. Методические материалы, определяющие процедуры оценивания знаний, умений, навыков и (или) опыта деятельности, характеризующих этапы формирования компетенций

- Итоговая аттестация по дисциплине является интегральным показателем качества теоретических и практических знаний и навыков обучающихся по дисциплине и складывается из оценок, полученных в ходе текущей и промежуточной аттестации.
- Текущая аттестация в семестре проводится с целью обеспечения своевременной обратной связи, для коррекции обучения, активизации самостоятельной работы обучающихся.
- Промежуточная аттестация предназначена для объективного подтверждения и оценивания достигнутых результатов обучения после завершения изучения дисциплины.
- Текущая аттестация осуществляется два раза в семестр:
  - контрольная точка № 1 (КТ № 1) – выставляется в электронную ведомость не позднее 8 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 1 по 8 неделю учебного семестра.
  - контрольная точка № 2 (КТ № 2) – выставляется в электронную ведомость не позднее 16 недели учебного семестра. Включает в себя оценку мероприятий текущего контроля аудиторной и самостоятельной работы обучающегося по разделам/темам учебной дисциплины с 9 по 16 неделю учебного семестра.
- Результаты текущей и промежуточной аттестации подводятся по шкале балльно-рейтинговой системы.

Этап рейтинговой системы / Оценочное средство	Неделя	Балл	
		Минимум*	Максимум**
Текущая аттестация	<b>1-16</b>	<b>36 - 60% от максимума</b>	<b>60</b>
Контрольная точка № 1	<b>7-8</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
Кл 1	8	18	30
Контрольная точка № 2	<b>15-16</b>	<b>18 (60% от 30)</b>	<b>30</b>
Кл 2	15	18	30
Промежуточная аттестация	-	<b>24 – (60% 40)</b>	<b>40</b>

Зачет	-		
<i>Вопрос 1</i>	-	12	20
<i>Вопрос 2</i>	-	12	20
<b>ИТОГО по дисциплине</b>		<b>60</b>	<b>100</b>

\* - Минимальное количество баллов за оценочное средство – это количество баллов, набранное обучающимся, при котором оценочное средство засчитывается, в противном случае обучающийся должен ликвидировать появившуюся академическую задолженность по текущей или промежуточной аттестации. Минимальное количество баллов за текущую аттестацию, в т.ч. отдельное оценочное средство в ее составе, и промежуточную аттестацию составляет 60% от соответствующих максимальных баллов.

**4. Типовые контрольные задания или иные материалы, необходимые для оценки знаний, умений, навыков**

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ**

Направление подготовки	<b>14.03.02 Ядерные физика и технологии</b>
Образовательная программа	<b>«Инновационные ядерные технологии»</b>
Дисциплина	<b>Материаловедение и технология конструкционных материалов</b>

**ВОПРОСЫ К ЗАЧЕТУ**

1. Механические, теплофизические и ядерно-физические свойства твердого тела и их связь с типом кристаллической решетки. Анизотропия свойств.
2. Радиационно-стимулированные дефекты кристаллической решетки. Ионизация, точечные дефекты, температурные и тепловые пики, замедляющие соударения, каскад смещений.
3. Радиационное формоизменение. Свеллинг, газовое распухание, радиационный рост.
4. Механические, теплофизические и ядерно-физические свойства металлического урана и его поведение под облучением. Сплавы урана.
5. Механические, теплофизические и ядерно-физические свойства плутония и его применение в ядерной энергетике.
6. Механические, теплофизические и ядерно-физические свойства тория и его применение в ядерной энергетике.
7. Керамическое ядерное топливо, его свойства и стойкость при облучении.
8. Дисперсионное топливо и его свойства.
9. Достоинства и недостатки газовых теплоносителей.
10. Жидкометаллические теплоносители и их свойства.
11. Теплофизические и ядерно-физические свойства воды и водяного пара.
12. Коррозия в воде. Анодные и катодные реакции.
13. Свойства органических теплоносителей.
14. Основные виды замедлителей и их свойства.
15. Цирконий и сплавы на его основе.
16. Алюминиевые и магниевые сплавы. Их применение в ядерной энергетике.
17. Основные требования к ТВЭЛ и их типы.
18. Аустенитные, жаропрочные и нержавеющие стали на основе W, Ti, Ni и Cu.
19. Основные виды ядерного топлива и требования к нему.
20. Поглощающие и защитные материалы, формы их использования.

**Критерии оценки:**

- уровень освоения обучающимся материала, предусмотренного учебной программой;
- умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении заданий и задач;
- обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

**Описание шкалы оценивания:**

<b>Оценка</b>	<b>Критерии оценки</b>
36-40	Студент должен: <ul style="list-style-type: none"><li>- продемонстрировать глубокое и прочное усвоение знаний программного материала;</li><li>- исчерпывающе, последовательно, грамотно и логически стройно изложить теоретический материал;</li><li>- правильно формулировать определения;</li><li>- продемонстрировать умения самостоятельной работы с литературой;</li><li>- уметь сделать выводы по излагаемому материалу.</li></ul>
30-35	Студент должен: <ul style="list-style-type: none"><li>- продемонстрировать достаточно полное знание программного материала;</li><li>- продемонстрировать знание основных теоретических понятий; достаточно последовательно, грамотно и логически стройно излагать материал;</li><li>- продемонстрировать умение ориентироваться в литературе;</li><li>- уметь сделать достаточно обоснованные выводы по излагаемому материалу.</li></ul>
24-29	Студент должен: <ul style="list-style-type: none"><li>- продемонстрировать общее знание изучаемого материала;</li><li>- показать общее владение понятийным аппаратом дисциплины;</li><li>- уметь строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li><li>- знать основную рекомендуемую программой учебную литературу.</li></ul>
23 и меньше	Студент демонстрирует: <ul style="list-style-type: none"><li>- незнание значительной части программного материала;</li><li>- не владение понятийным аппаратом дисциплины;</li><li>- существенные ошибки при изложении учебного материала;</li><li>- неумение строить ответ в соответствии со структурой излагаемого вопроса;</li><li>- неумение делать выводы по излагаемому материалу.</li></ul>

**Обнинский институт атомной энергетики –**

филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования  
«Национальный исследовательский ядерный университет «МИФИ»

**(ИАТЭ НИЯУ МИФИ)**

**ОТДЕЛЕНИЕ ЯДЕРНОЙ ФИЗИКИ И ТЕХНОЛОГИЙ**

Направление подготовки	<b>14.03.02 Ядерные физика и технологии</b>
Образовательная программа	<b>«Инновационные ядерные технологии»</b>
Дисциплина	<b>Материаловедение и технология конструкционных материалов</b>

**Вопросы для коллоквиума №1**

1. Взаимодействие излучения с веществом.
2. Механические, теплофизические и ядерно-физические свойства твердого тела и их связь с типом кристаллической решетки. Анизотропия свойств.
3. Радиационно-стимулированные дефекты кристаллической решетки. Ионизация, точечные дефекты, температурные и тепловые пики, замедляющие соударения, каскад смещений.
4. Радиационное формоизменение. Свеллинг, газовое распухание, радиационный рост.
5. Механические, теплофизические и ядерно-физические свойства металлического урана и его поведение под облучением. Сплавы урана.
6. Механические, теплофизические и ядерно-физические свойства плутония и его применение в ядерной энергетике.
7. Механические, теплофизические и ядерно-физические свойства тория и его применение в ядерной энергетике.
8. Керамическое ядерное топливо, его свойства и стойкость при облучении.
9. Дисперсионное топливо и его свойства.
10. Достоинства и недостатки газовых теплоносителей.
11. Жидкометаллические теплоносители и их свойства.
12. Теплофизические и ядерно-физические свойства воды и водяного пара.
13. Коррозия в воде. Анодные и катодные реакции.
14. Свойства органических теплоносителей.
15. Основные виды замедлителей и их свойства.
16. Цирконий и сплавы на его основе.
17. Алюминиевые и магниевые сплавы. Их применение в ядерной энергетике.
18. Основные требования к ТВЭЛ и их типы.
19. Аустенитные, жаропрочные и нержавеющей стали на основе W, Ti, Ni. И Cu.
20. Основные виды ядерного топлива и требования к нему.
21. Поглощающие и защитные материалы, формы их использования.
22. От чего зависит концентрация дефектов в кристалле?
23. Перечислите факторы, влияющие на величину радиационных повреждений.
24. Какие виды излучения наносят наибольшие радиационные повреждения?
25. Какие процессы происходят при взаимодействии тяжелых ионов с веществом?
26. Какими внешними факторами определяется радиационный ресурс материала?
27. Какие виды излучения наносят наибольшие радиационные повреждения?
28. Назовите возможные типы коррозии в воде.
29. Назовите три основных пути повышения коррозионной стойкости металлов и сплавов в воде.

30. Перечислите виды коррозии в ЖМТ.
31. Перечислите способы снижения коррозии в ЖМТ.
32. Перечислите виды электрохимической коррозии.

## **Вопросы для коллоквиума №2**

1. Материалы для различных узлов ядерно-энергетической установки.
2. Ядерные свойства конструкционных материалов ядерных реакторов.
3. Тепловые свойства материалов.
4. Теплоносители ядерных реакторов.
5. Коррозионные свойства материалов.
6. Совместимость реакторных материалов.
7. Радиационная стойкость материалов.
8. Стали аустенитного класса.
9. Основные виды ядерного топлива и требования к нему.
10. Глубина выгорания топлива и способы ее оптимизации.
11. Достоинства и недостатки газовых теплоносителей.
12. Формы использования поглотителей и материалов защиты.
13. Жидкометаллические теплоносители и их свойства.
14. Легирующие добавки и их влияние на свойства сплавов.
15. Общие требования к теплоносителям, их возможные и характерные параметры.
16. Магниево-сплавовые материалы и их применение в ядерной энергетике.
17. Технология дисперсионного топлива и его свойства.
18. Основные требования к ТВЭЛ, их типы и характерные рабочие параметры.
19. Кристаллическая решетка урана, его механические ядерно-физические и тепло-физические свойства.
20. Причины возникновения коррозии в воде. Понятие двойного электрического слоя.
21. Термо-радиационные повреждения оболочек ТВЭЛ. Требования к материалу оболочки.
22. Радиационное формоизменение урана при облучении.
23. Требования к водному теплоносителю. Достоинства и недостатки использования воды в качестве теплоносителя.
24. Гидриды, их свойства и перспективы использования в ядерной энергетике.
25. Классификация продуктов деления. Изотопное изменение состава ядерного горючего и его последствия.
26. Технология изделий из компактной двуокиси урана, их структура и свойства.
27. Поглощающие свойства редкоземельных элементов и их применение в ядерной энергетике.
28. Свойства металлического урана и его стойкость под облучением.
29. Проблемы использования водного теплоносителя.
30. Материалы выгорающих поглотителей.
31. Зависимость свойств материалов от типа кристаллической решетки.
32. Сравнительный анализ эффективности различных теплоносителей.
33. Основные механические свойства и их дозовая зависимость.
34. Применение плутония в ядерной энергетике.
35. Способы очистки ЖМТ.
36. Кристаллическое строение тория и его свойства.
37. Влияние облучения на коррозию в воде.
38. Свойства графита и его термо-радиационная стойкость.
39. Применение тория в ядерной энергетике.
40. Основные виды замедлителей их свойства и требования к ним.
41. Возможные виды керамического топлива и его применение в ядерной энергетике.
42. Особенности реакторов с графитовым замедлителем. Энергия Вигнера.
43. Термо-радиационное повреждение компактной двуокиси урана.

44. Замедляющие свойства легкой и тяжелой воды. Проблемы ее использования в качестве замедлителя.
45. Оксиды плутония, тория и смешанные оксиды. Их свойства, достоинства и недостатки.
46. Свойства органических теплоносителей и требования к ним.
47. Термо–радиационное изменение металлического сердечника ТВЭЛ.
48. Керамическое топливо на основе нитридов, сульфидов и фосфидов. Достоинства, недостатки и перспективы использования.
49. Возможные виды дисперсионного топлива и его применение в ядерной энергетике
50. Защитные материалы на основе бора.
51. Свойства металлического урана и его терморрадиационная стойкость.
52. Алюминиевые сплавы и их применение в ядерной энергетике.

#### **Критерии оценки:**

- уровень освоения обучающимся материала, предусмотренного учебной программой;
- умение обучающегося использовать теоретические знания при выполнении заданий и задач;
- обоснованность, четкость, краткость изложения ответа.

#### **Описание шкалы оценивания:**

**Отметка «отлично»** (в баллах от 27 до 30) ставится, если:

- изученный материал изложен полно, определения даны верно;
- ответ показывает понимание материала;
- обучающийся может обосновать свои суждения, применить знания на практике, привести необходимые примеры, не только по учебнику и конспекту, но и самостоятельно составленные.

**Отметка «хорошо»** (в баллах от 22 до 26) ставится, если:

- изученный материал изложен достаточно полно;
- при ответе допускаются ошибки, заминки, которые обучающийся в состоянии исправить самостоятельно при наводящих вопросах;
- обучающийся затрудняется с ответами на 1-2 дополнительных вопроса.

**Отметка «удовлетворительно»** (в баллах от 18 до 21) ставится, если:

- материал изложен неполно, с неточностями в определении понятий или формулировке определений;
- материал излагается непоследовательно;
- обучающийся не может достаточно глубоко и доказательно обосновать свои суждения и привести свои примеры;
- на 50% дополнительных вопросов даны неверные ответы.

**Отметка «неудовлетворительно»** (в баллах до 18) ставится, если:

- при ответе обнаруживается полное незнание и непонимание изучаемого материала;
- материал излагается неуверенно, беспорядочно;
- даны неверные ответы более чем на 50% дополнительных вопросов.